

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-297258

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	7/28		G 0 2 B	7/11 J
	7/36			21/18
	21/18			21/26
	21/26			7/11 D
G 0 3 B	13/36		G 0 3 B	3/00 A
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-109302

(22) 出願日 平成8年(1996)4月30日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 遠藤 英明

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

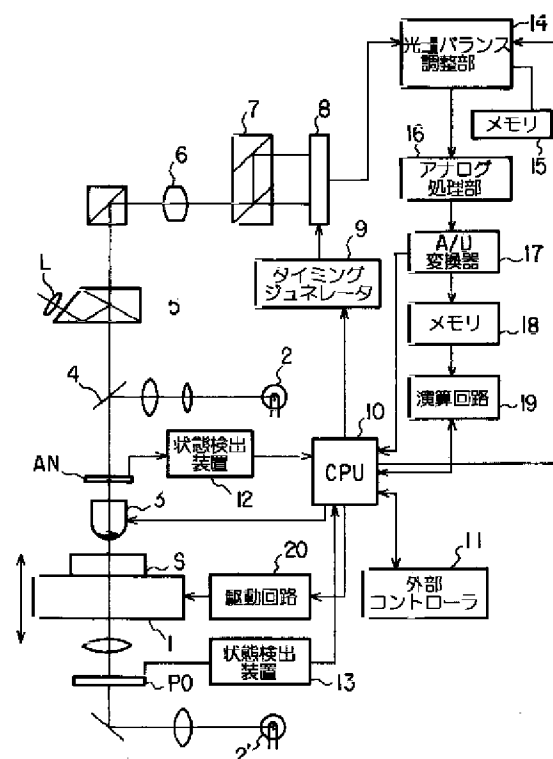
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 自動焦点検出装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、精度の高い安定した合焦動作を実現できる自動焦点検出装置を提供する。

【解決手段】 ステージ1に載置される被写体Sに対して対物レンズ3などの結像光学系を介しイメージセンサ8より、光軸に対して共役な前後の光像を取り込むようにして、結像光学系に条件変化が生じ、状態検出装置12、13で、このことを検出すると、光量バランス調整部14により、この時の光学的条件に応じた適正なゲインの組み合わせ情報に基づいてイメージセンサ8より出力される前後の光像の画像信号のレベルが調整され、その後、調整された前後の光像の画像信号に基づいてステージ1に載置された被写体Sに対する合焦動作が実行される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を載置するステージと、前記被写体に対する結像光学系の予定結像面の光軸に対して共役な前後の光像を取り込むイメージセンサと、前記結像光学系の状態を検出する状態検出手段と、前記状態検出手段の状態検出により前記イメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルを調整する光量バランス調整手段と、前記光量バランス調整手段により調整された前記前後の光像の画像信号に基づいて前記ステージに載置された被写体に対する合焦動作を実行する合焦動作実行手段とを具備したことを特徴とする自動焦点検出装置。

【請求項2】 さらに前記結像光学系の各種条件に対応する前記前後の光像の画像信号のゲインの組み合わせを記憶した記憶手段を有し、前記光量バランス調整手段は、前記状態検出手段の状態検出により前記記憶手段より現在の結像光学系の条件に対応する前記前後の光像の画像信号のゲインの組み合わせ情報を読み出し、該組み合わせ情報に基づいて前記イメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルを調整することを特徴とする請求項1記載の自動焦点検出装置。

【請求項3】 前記光量バランス調整手段は、前記状態検出手段の状態検出により、前記被写体と結像光学系の距離を所定量に調整した後、前記イメージセンサより出力される前後の画像信号レベルが互いに等しくなるように調整することを特徴とする請求項1記載の自動焦点検出装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は顕微鏡等の光学機器に適用される自動焦点検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、顕微鏡などに適用される自動焦点検出装置は、その焦点検出方式には様々なものが考えられており、一例として、特開昭59-182409号公報に開示されるような、映像信号の高周波成分に着目した焦点検出装置が知られている。

【0003】この焦点検出装置は、映像信号の高周波成分に現れるコントラスト値をデフォーカス量として扱い焦点検出を行うもので、映像信号の高周波成分に現れるコントラスト値が図7に示すように、合焦位置ではコントラスト値が最大となり、デフォーカス量の増大と共にコントラスト値が減少していく特性を利用して、いわゆる山登りサーボ方式でオートフォーカス（以下AFと略す）制御を行うようにしている。

【0004】また、特開昭64-42416号公報に開示されるような、いわゆる光路差方式を採用したAF制御も知られており、このような焦点検出方式においても図A1と同様の特性を有する前ピン/後ピンのコントラ

スト特性を利用するようにしている。

【0005】つまり、このような焦点位置検出装置は、基本的には予定結像面に対して前後2ヶ所にイメージセンサ等の受光素子を配し、それぞれの受光素子で撮像される受光像のコントラストに対応する信号に基づいて光学系のサーボ機構を作動させてAF制御を行うようにしている。

【0006】図8は、このような光路差方式をさらに詳述するもので、この場合、同図(a)に示すように基準結像面より前に配置された受光素子によって撮像した光像（このボケ像を前ピン像と呼ぶ）のコントラスト信号の値Bと、基準結像面より後に配置された受光素子によって撮像した光像（このボケ像を後ピン像と呼ぶ）のコントラスト信号の値Aが得られ、このうち前ピン像のコントラスト値Bは合焦位置から（+）側へ少し離れたステージZ位置で最大となり、後ピン像のコントラスト値Aは合焦位置から少し（-）側に離れたステージZ位置で最大となる。この時、合焦位置前後の2ヶ所のセンサは、基準結像面から等距離に配置されているので、前ピン像及び後ピン像のコントラストの最大値をとる場所は合焦位置から等距離となる。

【0007】そして、同図(b)に示すように後ピン像のコントラスト値Aから前ピン像のコントラスト値Bを差し引いた信号の特性（以下、S字カーブと呼ぶ）を求めると、 $(A-B)$ の値が0となる合焦点に一致する。この点がクロスポイントと呼ばれ、被写体が合焦点より対物レンズ側に近づいている場合、 $(A-B)$ は正となり、被写体が合焦点より離れている場合は $(A-B)$ は負となって与えられることから、この差分値の極性に応じた方向で被写体または撮像レンズを移動させ、前ピン/後ピン像のコントラスト値A、Bの差分が0近くなるまで、この動作を繰り返すことにより、AF制御が行われることになる。

【0008】ところで、先述した2つの光学素子に入射する被写体像の光量の割合（以下、光量バランスと呼ぶ）が異なるような場合、図8(a)に示した前ピン像のコントラスト値Bと後ピン像のコントラスト信号Aは、図9(a)に示すように、それぞれピークレベルの異なった信号となることがある。

【0009】このような場合、図8(b)に示すS字カーブは、図9(b)の様に變形してしまい、クロスポイントは本来の合焦点からシフトしてしまう。このことは、光路差方式によるAF制御では、クロスポイントを検出し、これを合焦位置と判断するようになっていたため、AF誤動作を招くことになる。

【0010】そこで、このようなAF誤動作を解消するため、予め2つの受光素子の感度を同一に調整、固定することが行われ、さらに特開平5-93845号公報に開示されるように、より高精度なAFを実現するため、光学的条件の変更に伴ってセンサ位置や制御方法などを

変更可能にした自動焦点検出装置も提案されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した光量バランスは、被写体とセンサとの間に挿入される光学素子の若干の特性の違いによっても変動する。すなわち、顕微鏡でいえば、検鏡法、対物レンズ等の変更によって光学的条件が変化しただけで、これにともない光量バランスも変化する。

【0012】このことから光量バランスは、予め2つの受光素子の感度を同一に調整、固定しただけでは、挿入される光学素子の組合せによっては、十分な合焦精度が得られないという問題点があった。本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、精度の高い安定した合焦動作を実現できる自動焦点検出装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、被写体を載置するステージと、前記被写体に対する結像光学系の予定結像面の光軸に対して共役な前後の光像を取り込むイメージセンサと、前記結像光学系の状態を検出する状態検出手段と、前記状態検出手段の状態検出により前記イメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルを調整する光量バランス調整手段と、前記光量バランス調整手段により調整された前記前後の光像の画像信号に基づいて前記ステージに載置された被写体に対する合焦動作を実行する合焦動作実行手段とにより構成している。

【0014】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載において、さらに前記結像光学系の各種条件に対応する前記前後の光像の画像信号のゲインの組み合わせを記憶した記憶手段を有し、前記光量バランス調整手段は、前記状態検出手段の状態検出により前記記憶手段より現在の結像光学系の条件に対応する前記前後の光像の画像信号のゲインの組み合わせ情報を読み出し、該組み合わせ情報に基づいて前記イメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルを調整するようにしている。

【0015】また、請求項3記載の発明は、請求項1記載において、前記光量バランス調整手段は、前記状態検出手段の状態検出により、前記被写体と結像光学系の距離を所定量に調整した後、前記イメージセンサより出力される前後の画像信号のレベルが互いに等しくなるように調整するようにしている。

【0016】この結果、請求項1記載の発明によれば、イメージセンサ上に被写体像を結像させる結像光学系で、例えば光学要素が変更されるなどして光学的条件が変化し、この状態を状態検出手段が検出すると、光量バランス調整手段によりイメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルが、最適光量バランスになるように調整され、その後、被写体に対する合焦動作が

実行されるようになるので、結像光学系の光学的条件の変化に対しても精度の高い安定した合焦動作を実現できる。

【0017】また、請求項2記載の発明によれば、予め、記憶手段に結像光学系の各種条件に対応する前後の光像の画像信号のゲインの組み合わせを記憶しておき、結像光学系に条件変化が生じると、この時の条件変化に対応するゲインの組み合わせ情報を読み出し、この情報に基づいてイメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルを調整するようになっていて、画像信号のレベル調整に必要なゲインの組み合わせ情報は、すべて記憶手段から読み出すようになるので、レベル調整に要する時間を大幅に短縮でき、合焦動作の高速化を実現できる。

【0018】また、請求項3記載の発明によれば、初めて合焦動作を開始する際、あるいは合焦動作を開始する際に、結像光学系に条件変化が生じると、一旦被写体と結像光学系の距離を所定量に調整し、この状態から、イメージセンサより出力される前後の画像信号のレベルが等しくなるように調整して、前回の光量バランス調整時と光学的条件が異なった場合のみ光量バランスの調整を行うようにしているので、かかる光量バランス調整による合焦動作高速化への悪影響を最小限に止めることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に従い説明する。

(第1の実施の形態)図1は、本発明の自動焦点検出装置を顕微鏡に適用した場合の概略構成を示している。

【0020】図において、1はステージで、このステージ1は、標本である被写体Sを載置し、図示上下方向への移動を可能にしている。そして、顕微鏡の光学系にステージ1上の被写体Sを照明する落射検鏡のための落射用光源2と透過検鏡のための透過用光源2'を配置している。

【0021】この場合、落射用光源2の落射照明光は、観察光軸上に配置したハーフミラー4で被写体側へ反射され、対物レンズ3を通過して被写体Sへ入射するようにしている。また、透過用光源2'の透過照明光は、ステージ1の光路用開口部を通過して被写体Sを下から照明するようにしている。

【0022】そして、これらいずれかの光源2、2'より得られる被写体Sからの光束は、対物レンズ3、ハーフミラー4を通過して光路分岐部材5に入射され、この光路分岐部材5により光束の一部が接眼レンズLに、他の一部が結像レンズ6を通して分割プリズム7へ導かれるようになっている。

【0023】分割プリズム7は、結像レンズ6を通過した光束を2分割するとともに、これら分割した2つの光束を平行な状態で、CCDラインセンサ8の受光面に入

射するようにしている。

【0024】この場合、CCDセンサ8に入射する2光束は、分割プリズム7内での反射回数により、結像レンズ6の出射面からCCDセンサ8に至るまでの光路長を異ならしている。また、この時のCCDセンサ8の受光面は、結像レンズ6を含む結像光学系の予定結像面に対する前後の光学的に共役に位置（前側共役面と後側共役面）に一致させている。

【0025】これによりCCDセンサ8の受光面には、予定結像面から共役な2位置の被写体像（前ピン像、後ピン像）が投影されることになる。これら2つの被写体像は被写体Sが合焦位置に来た時のみに同一形状となる。

【0026】CCDセンサ8には、タイミングジェネレータ9を接続し、このタイミングジェネレータ9によりCPU10の命令に応じた電荷蓄積時間だけタイミング信号が与えられるようになっている。

【0027】また、CPU10は、外部コントローラ11より入力される現在の検鏡法、倍率によって対物レンズ3を切り換えるようになっている。なお、図面中PO、ANは偏向板などの光学素子で、これら光学素子PO、ANは、透過偏向検鏡の際に用いられる。また、これら光学素子PO、ANには、それぞれ状態検出装置12、13を接続している。これら状態検出装置12、13は、ホール素子、ホトインタラプタ等の位置検出器からなるもので、各光学素子PO、ANが光路中に挿入されているか否かを検出するとともに、さらに挿入されている光学素子PO、ANの種類を検出するようにしている。そして、これらの検出した状態信号は、CPU10に送信するようになっている。

【0028】一方、CCDセンサ8には、光学系の合焦状態を制御するための以下に述べるAF制御部が接続されている。この場合、CCDセンサ8には、光量バランス調整部14を接続し、光量バランス調整部にはメモリ15、アナログ処理部16およびCPU10を接続している。また、アナログ処理部16には、A/D変換器17を接続し、A/D変換器17には、CPU10、メモリ18を接続し、さらにメモリ18には演算回路19を接続し、演算回路19には、CPU10を接続している。

【0029】ここで、CCDセンサ8は、その受光面に投影された光像（前ピン像、後ピン像）の入射光量と蓄積時間に応じた電圧をもつアナログ信号を画像信号として出力し、この画像信号を光量バランス調整部14に入力するようにしている。

【0030】メモリ15は、予め、結像光学系のさまざまな条件を想定して、これら光学的条件に対応する前ピン、後ピンそれぞれの画像信号のゲインの組合せを格納したもので、CPU10の指令によって、これらゲインの組合せ情報を光量バランス調整部14に与えるよ

うにしている。

【0031】光量バランス調整部14は、CPU10からの指令に応じて前ピン、後ピンそれぞれの画像信号のゲインの組合せ情報をメモリ15から読み込み、この時の組み合わせ情報に基づいて各画像信号のゲイン調整を行うようにしている。そして、この光量バランス調整部14からの出力を、アナログ処理部16においてフィルタ処理し、ピークホールド等のアナログ処理を行った後、A/D変換器17に与えるようにしている。

【0032】A/D変換器17は、アナログ処理部16でアナログ処理されたCCDセンサ8の出力信号をデジタル化するものである。また、A/D変換器17は、CCDセンサ8から出力される信号がアナログ処理部16のレンジに適合しているかをCPU10により監視されるようになっている。なお、CCDセンサ8から出力される被写体像のアナログ信号がアナログ処理部16のレンジに適合していなければ、CPU10の命令がタイミングジェネレータ9に送信され、CCDセンサ8での電荷蓄積時間がアナログ処理部16のレンジに適合するような蓄積時間に設定される。

【0033】メモリ18は、A/D変換器17でデジタル化されたCCDセンサ8の出力信号を前ピンと後ピンとで別々に格納するものである。演算回路19は、CPU10の命令によりメモリ18の格納内容を读出可能になっていて、メモリ18に取り込まれた2つの被写体像のデジタル信号を用いて、各被写体像のコントラスト値を算出すると共に、これら2つの被写体像のコントラスト値の差分から被写体Sの合焦状態を示すデフォーカス量を算出し、そのデフォーカス信号をCPU10に出力するようにしている。

【0034】なお、CPU10は、演算回路19からデフォーカス信号が与えられると、被写体Sを合焦位置へ移動させるためのステージ1の移動量及び移動方向の信号を算出し、この信号に基づいて駆動回路20によりステージ1を上下移動させて合焦調節を行うようにしている。

【0035】図2は、このようなAF制御部に採用される光量バランス調整部14の概略構成を示している。同図では、CCDセンサ8からの前ピン、後ピンそれぞれの画像信号のゲイン調整を行う部分の回路構成を示している。

【0036】この場合、CCDセンサ8からの前ピン、後ピンそれぞれの画像信号は、入力部141から入力される。そして、これら信号を、前ピン、後ピンそれぞれのゲイン調整部142、143に与え、異なるゲインで増幅するようにしている。

【0037】ゲイン調整部142は、オペアンプOP1と抵抗R1、R2からなっていて、これら抵抗R1、R2の設定により、前ピンの画像信号のゲインを1倍にし、また、ゲイン調整部143は、オペアンプOP2と

抵抗R3、R4からなっていて、これら抵抗R3、R4の設定により、後ピンの画像信号のゲインを2倍にするようにしている。

【0038】前ピン側のゲイン調整部142の増幅信号をスイッチ部144に入力し、後ピン側のゲイン調整部143の増幅信号をD/Aコンバータ145に入力するようにしている。この場合、D/Aコンバータ145は、入力された後ピン側の増幅信号を、CPU10からの8ビットの指令に応じて0～1倍まで、256段階で調整できるようになっている。

【0039】そして、D/Aコンバータ145からの出力信号をスイッチ部144に入力している。このスイッチ部144は、CPU10からの指示に従い、前ピン、後ピンを選択的に出力できるようにしている。

【0040】つまり、このような光量バランス調整部14では、CPU10の指示に応じて前ピンの画像信号に対して、後ピンの画像信号のゲインを0～2倍まで256段階で調整できるようにしている。

【0041】次に、以上のように構成した実施の形態の動作を図3に従い説明する。この場合、外部コントローラ11により焦点検出動作を指示すると、図3に示すフローチャートが実行される。

【0042】この場合、外部コントローラ11から焦点検出動作の信号をCPU10が受信すると、ステップ301で、外部コントローラ11により予め設定されている現在の検鏡法、現在使用している対物レンズの種類、さらに状態検出部12、13により現在光路中に挿入している光学素子の種類、状態を検出する。

【0043】そして、ステップ302で、これらの光学的条件に対応した前ピン、後ピンそれぞれの画像信号のゲインの組合せをメモリ15から読み出し、このゲインの組合せ情報を光量バランス調整部14に与える。これにより、光量バランス調整部14では、ステップ303で、ゲインの組合せ情報に応じて後ピン側のゲイン調整部143での増幅信号をD/Aコンバータ145により256段階に調整することで、現在の光学的条件の下での、前ピン、後ピンの画像信号のレベルが1：1となるような光量バランス調整が設定される。

【0044】この状態から、ステップ304で、CCDセンサ8での蓄積時間を所定の値に固定し、ステップ305で、CCDセンサ8からの前ピン、後ピンそれぞれの画像信号を光量バランス調整部14に読み込み、光量バランス調整部14により、前ピン、後ピンの画像信号のレベルが1：1になるように光量バランスを調整する。

【0045】そして、ステップ306で、光量バランスが調整された画像信号をアナログ処理部16に取り込み、ピークホールド手段を用いて、画像信号中の最大電圧値をピーク信号として検出する。次に、ステップ307で、ピーク信号をA/D変換し、このデータをCPU

10に送る。

【0046】CPU10では、ステップ308で、ピーク信号の値がアナログ処理部16のレンジに適合しているか否かを判定する。ここで、レンジに適合していない場合は、ステップ309で、タイミングジェネレータ9に指令を送り、適正な蓄積時間に変更する。一方、レンジに適合していれば、現在の蓄積時間は適正であると判断して、ステップ310で、前ピン、後ピンの画像信号の演算結果から合焦位置の方向を検出し、ステップ311で、検出した焦点位置ハステージ1上の被写体Sが位置するように駆動回路20を介してステージ1を駆動し、AF制御を行うようになる。

【0047】従って、このようにすれば、ステージ1に載置される被写体Sに対して対物レンズ3などの結像光学系を介しイメージセンサ8より、光軸に対して共役な前後の光像を取り込むようにして、結像光学系に条件変化が生じ、状態検出装置12、13で、このことを検出すると、光量バランス調整部14により、この時の光学的条件に応じた適正なゲインの組み合わせ情報に基づいてイメージセンサ8より出力される前後の光像の画像信号のレベルが調整され、その後、この調整された前後の光像の画像信号に基づいてステージ1に載置された被写体Sに対する合焦動作が実行されるようになるので、光学的条件が、予め光量バランスを1：1に調整、固定した時の状態と異なった場合も、常に光量バランスが1：1を保用に調整でき、これにより光量バランスの変化に伴う合焦精度の低下を阻止し、精度の高い安定した合焦動作を実現できる。

【0048】また、各種の光学的条件の下での適正なゲインの組み合わせ情報をメモリ15に記憶しておき、これを光量バランス調整の際に読みだして使用するようになったので、合焦動作において光量バランス調整に費やす時間を非常に短くでき、合焦時間の高速化を実現できる。

【0049】また、光量バランス調整の際に、前回光量バランス調整を行った時と光学的条件が異ならない場合には、光量バランス調整を行わないようにすれば、さらに合焦時間の短縮化を図ることができる。

【0050】なお、第1の実施の形態における状態検出部12、13は、透過偏向検鏡時に用いる偏向板の検出手段としているが、これら検出手段については、位相差検鏡時に使用するリングスリット、位相差板、ノマルスキー検鏡時に使用するノマルスキープリズムなどの光学素子の検出手段としてもよい。これらの検出手段は、その数を増やすようにしても同様の効果を得られる。

【0051】また、一度AF動作が終了して、ステージが合焦位置にあったとしても、光学素子の着脱があったことを検出手段で検出すると、再び合焦動作を繰り返すようなシーケンスをとれば、さらにAF動作の信頼性を向上させることができる。

(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0052】図4は、第2の実施の形態における自動焦点検出装置の概略構成を示すもので、図1と同一部分には、同符号を付している。この場合、第2の実施の形態では、上述した第1の実施の形態のさまざまな光学的条件を想定し、これら光学的条件に対応する前ピン、後ピンそれぞれの画像信号のゲインの組合せを格納するためのメモリ15を削除して、合焦動作を行う際に、最初に現在の前ピン、後ピンの画像信号のレベルを検出して、これら信号を一致させるような制御を行うことで光量バランスを1:1に保持させるようにしている。その他は、図1で述べた構成と同様である。

【0053】次に、このように構成した実施の形態の動作を図5に従い説明する。この場合、光量バランスを調整するのは、最初に合焦動作を行う場合と検鏡法、対物レンズ等の光学的条件を変更した後に合焦動作を行う場合があるが、両者において制御方法に違いがないので、ここでは、光学的条件を変更した後に、合焦動作を行う場合について説明する。

【0054】また、ここでは、一例として透過明視野検鏡で10倍の対物レンズ3を使用していた状態から、透過偏光検鏡で20倍の対物レンズ3に変更する場合について説明する。このような変更を行うには、外部コントローラ11での指示により検鏡法、及び対物レンズの変更を行い、さらに光路中に偏光板PO、ANを挿入するようになる。

【0055】まず、ステップ501で、CPU10は、外部コントローラ11から検鏡法、対物レンズのうち、少なくとも1つの状態の変更、あるいは状態検出部12、13のうち少なくとも1つの状態の変更が有るかを判断する。そして、状態の変更を検出すると、ステップ502で、駆動回路20を付勢して、ステージ1を所定の位置に移動する。つまり、被写体Sと結像光学系の距離を所定量に調整する。この時の所定の位置は合焦位置から十分離れた位置とする。

【0056】この場合のステージ位置における前ピン、後ピンの出力信号、即ち画像信号は、図6(b)に示すような形状となる。これは、いわゆるおおぼけ状態であるため、本来の画像信号である同図(a)に示す波形に対して全体的に変化がなく、前ピン、後ピンの画像信号の形状にも殆ど違いがない状態にある。

【0057】この状態において、CCDセンサ8から出力される画像信号を、光量バランス調整部14(ここではまだバランス調整を行わない)を通し、さらにアナログ処理部16でフィルタ処理などを行った後、A/D変換器17でデジタル化し、メモリ18に格納する。

【0058】そして、演算回路19において、ステップ503で、メモリ18のデータを用い、CCDセンサ8の前ピン、後ピンそれぞれの画像信号の各画素のレベル

の総和を算出する。この場合、演算回路19での演算結果は、画像成分を含まないため、前ピン、後ピンそれぞれに入射する光量に比例した値とみなすことができることから、前ピン、後ピンそれぞれの画像信号の各画素レベルの総和の比が1:1であれば、光量バランスも1:1であると言える。

【0059】このことから、CPU10では、ステップ504で、前ピン、後ピンそれぞれの演算結果が同一であるかを判断し、同一でなければ、ステップ505で、光量バランス調整部14において、前ピン、後ピンの画像信号のゲイン比を調整するようになる。この場合、光量バランス調整部14において、前ピン側のゲイン調整部142での増幅信号に対し、後ピン側のゲイン調整部143での増幅信号をD/Aコンバータ145により256段階に調整することで、前ピン、後ピンの画像信号のレベルが1:1になるように光量バランスが調整される。

【0060】そして、ステップ504で、前ピン、後ピンそれぞれの演算結果が同一であることをモニターなどにより確認すると、以下、第1の実施の形態と同様に合焦動作を行う。

【0061】この場合、ステップ506で、CCDセンサ8での蓄積時間を所定の値に固定し、ステップ507で、CCDセンサ8からの前ピン、後ピンの画像信号を光量バランス調整部14に読み込み、光量バランス調整部14により、前ピン、後ピンの画像信号のレベルが1:1になるように光量バランスを調整する。

【0062】そして、ステップ508で、光量バランスが調整された画像信号をアナログ処理部16に取り込み、ピークホールド手段を用いて、画像信号中の最大電圧値をピーク信号として検出する。次に、ステップ509で、ピーク信号をA/D変換し、このデータをCPU10に送る。

【0063】CPU10では、ステップ510で、ピーク信号の値がアナログ処理部16のレンジに適合しているか否かを判定する。ここで、レンジに適合していない場合は、ステップ511で、タイミングジェネレータ9に指令を送り、適正な蓄積時間に変更する。一方、レンジに適合していれば、現在の蓄積時間は適正であると判断して、ステップ512で、前ピン、後ピンの画像信号の演算結果から合焦位置の方向を検出し、ステップ513で、検出した焦点位置へステージ1上の被写体Sが位置するように駆動回路20を介してステージ1を駆動し、AF制御を行うようになる。

【0064】従って、このようにすれば、初めて合焦動作を開始する際、あるいは合焦動作を開始する際に、前回の光量バランス調整時と光学的な環境に変化が生じると、その都度、適正な光量バランスに補正するようになるため、光量バランスの変化に伴う合焦精度の低下を阻止することができる。

【0065】また、光学的条件が変更された場合、常に補正後の光量バランスをモニタしながら光量バランスを調整するため、より正確な補正が可能である。さらに光量バランス調整の際に、前回光量バランス調整を行った時と光学的条件が異なっていない場合には、光量バランス調整を行わないようにすれば、さらに合焦時間の短縮化を図ることができる。

【0066】なお、第2の実施の形態においても、状態検出部12、13は、透過偏向検鏡時に用いる偏向板の検出手段としているが、これら検出手段については、位相差検鏡時に使用するリングスリット、位相差板、ノマルスキー検鏡時に使用するノマルスキープリズムなどの光学素子の検出手段としてもよい。これらの検出手段は、その数を増やすようにしても同様の効果を得られる。

【0067】また、一度AF動作が終了して、ステージが合焦位置にあったとしても、光学素子の着脱があったことを検出手段で検出すると、再び合焦動作を繰り返すようなシーケンスをとれば、さらにAF動作の信頼性を向上させることができる。

【0068】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、イメージセンサ上に被写体像を結像させる結像光学系の光学的条件が変化すると、イメージセンサより出力される前後の光像の画像信号のレベルが最適光量バランスになるように調整され、その後に合焦動作を行うようになるため、結像光学系の光学的条件の変更に伴う光量バランスの変動を補正して、常に精度の高い安定した合焦動作を実現できる。

【0069】また、画像信号のレベル調整に必要なゲインの組み合わせ情報は、予め記憶された情報を用いるので、レベル調整に要する時間を大幅に短縮でき、合焦動作の高速化を実現できる。

【0070】さらに、前回の光量バランス調整時と光学的条件が異なった場合のみ光量バランス調整を行うようになるので、かかる光量バランス調整による合焦動作高速化への悪影響を最小限に止めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の概略構成を示す図。

【図2】第1の実施の形態に用いられる光量バランス調整部の概略構成を示す図。

【図3】第1の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図4】本発明の第2の実施の形態の概略構成を示す図。

【図5】第2の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図6】第2の実施の形態での光量バランス調整を説明するための図。

【図7】従来の自動焦点検出装置を説明するための図。

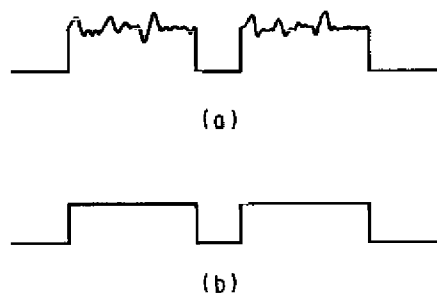
【図8】従来の自動焦点検出装置を説明するための図。

【図9】従来の自動焦点検出装置を説明するための図。

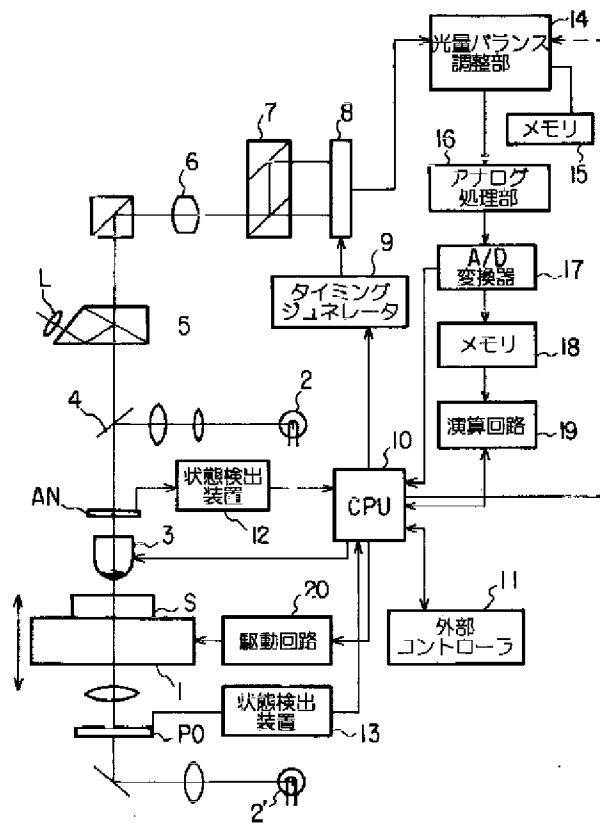
【符号の説明】

- 1…ステージ、
- 2…落射用光源、
- 2'…透過用光源、
- 3…対物レンズ、
- 4…ハーフミラー、
- 5…光路分岐部材、
- 6…結像レンズ、
- 7…分割プリズム、
- 8…CCDラインセンサ、
- 9…タイミングジェネレータ、
- 10…CPU、
- 11…外部コントローラ、
- 12、13…状態検出装置、
- 14…光量バランス調整部、
- 15…メモリ、
- 16…アナログ処理部、
- 17…A/D変換器、
- 18…メモリ、
- 19…演算回路、
- 20…駆動回路。

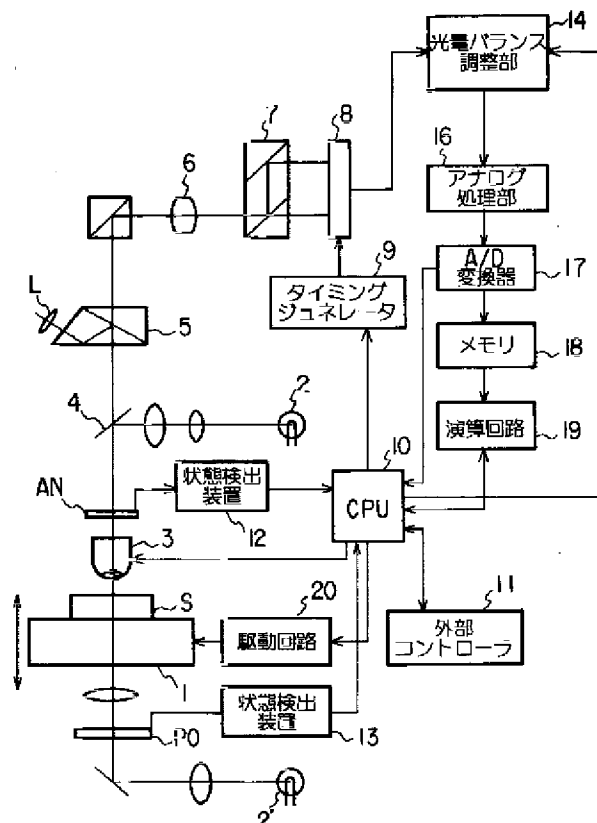
【図6】



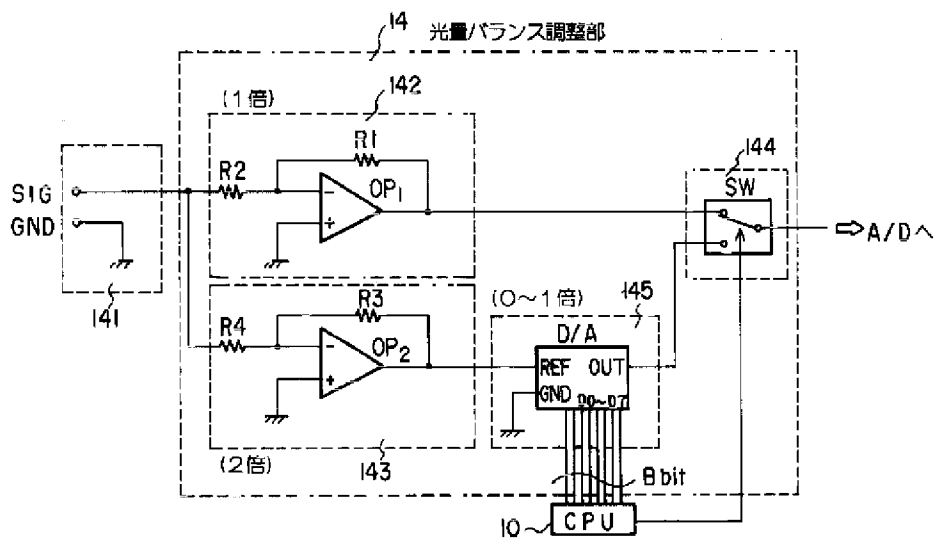
【図1】



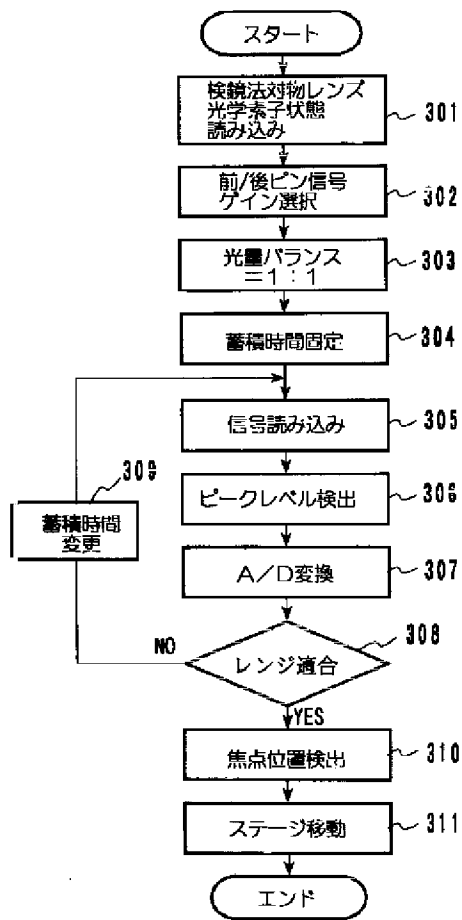
【図4】



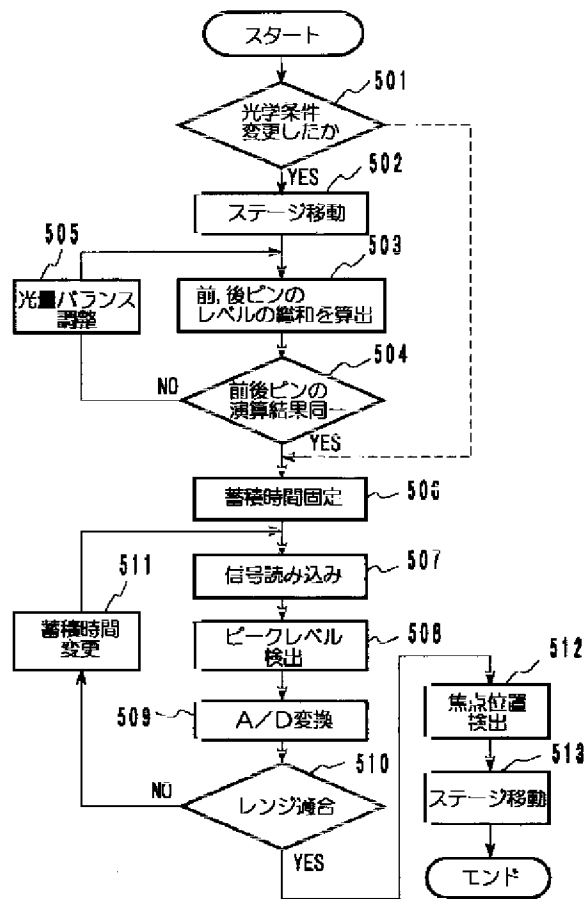
【図2】



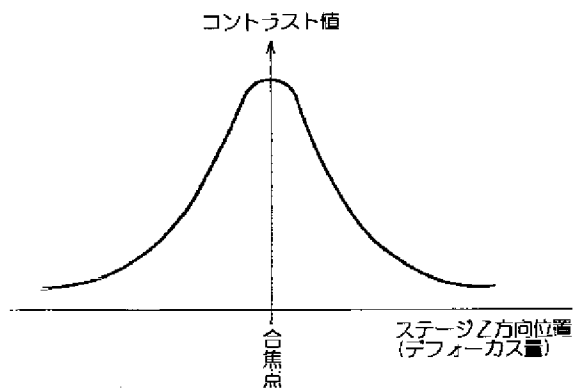
【図3】



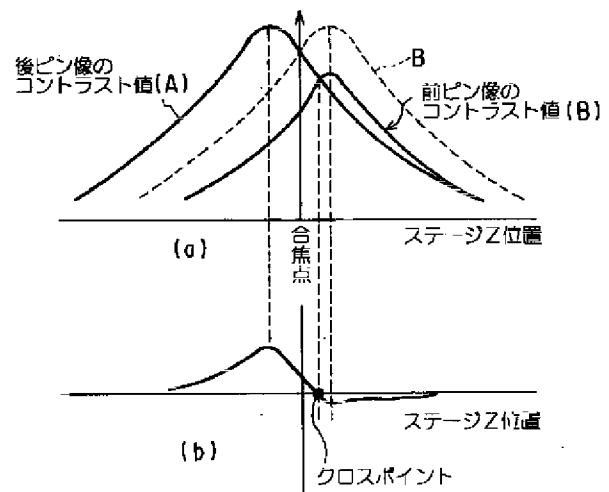
【図5】



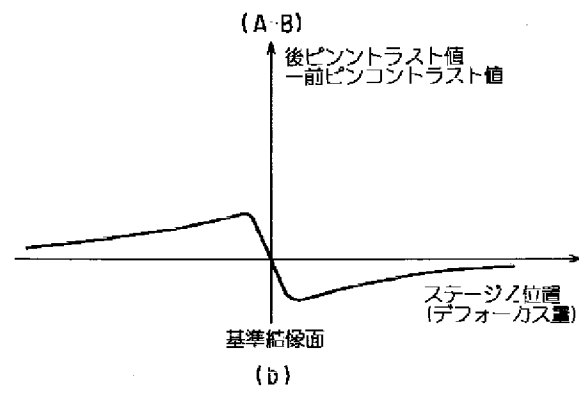
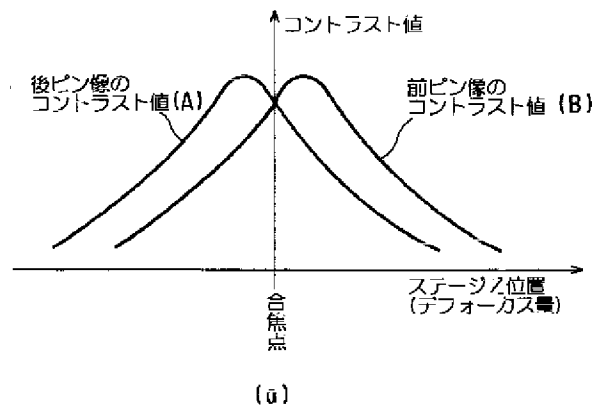
【図7】



【図9】



【図8】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **09-297258**

(43) Date of publication of application : **18.11.1997**

(51) Int. Cl. G02B 7/28

G02B 7/36

G02B 21/18

G02B 21/26

G03B 13/36

(21) Application number : **08-109302**

(71)Applicant : **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**

(22) Date of filing : **30.04.1996**

(72) Inventor : **ENDO HIDEAKI**

(54) **AUTOMATIC FOCUS DETECTION DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an automatic focus detection device capable of realizing accurate and stable focusing operation.

SOLUTION: Front and rear optical images conjugate with respect to an optical axis are fetched from an image sensor 8 through an image-forming optical system such as an objective lens 3 for a subject S placed on a stage 1, and a condition is changed in an image-forming optical system. When state detection devices 12 and 13 detect this change, the level of the image signal of the front and the rear optical images outputted from the image sensor 8 is adjusted by a light quantity balance adjusting part 14 based on appropriate gain combination information in accordance with the optical condition at this time. Thereafter, the focusing operation is taken place to the subject S placed on the stage 1 based on the image signal of the adjusted front a

